

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UNICEUB
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

DIOGO FANTATO RODRIGUES BORGES
MATRÍCULA: 21334607

AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO
REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA EM UMA EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL LOCALIZADA NA ASA NORTE – BRASÍLIA/DF

Brasília
2017

DIOGO FANTATO RODRIGUES BORGES

**AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO
REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA EM UMA EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL LOCALIZADA NA ASA NORTE – BRASÍLIA/DF**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Engº. Civil Jorge A. C. Oliveira, D.Sc.

Brasília
2017

DIOGO FANTATO RODRIGUES BORGES

**AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO
REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA EM UMA EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL LOCALIZADA NA ASA NORTE – BRASÍLIA/DF**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Engº. Civil Jorge A. C. Oliveira, D.Sc.

Brasília, 28 de novembro de 2017.

Banca Examinadora

Engº. Civil Jorge Antônio da Cunha Oliveira, D.Sc.
Orientador

Engº. Civil Jocinez Nogueira Lima, M.Sc.
Examinador Interno

Engº. Civil Jairo Furtado Nogueira, M.Sc.
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família. Aos meus pais, Paulo Roberto e Eliana, modelos de força e determinação. Obrigado pelo apoio e suporte quando optei por cursar a segunda graduação.

À Paula, pelas conversas e orientações de vida, além do exemplo de coragem profissional que sempre teve. Ao Bruno, irmão caçula e futuro engenheiro, por toda a ajuda e companheirismo em todos os semestres. Ao Marcio, pelo apoio, ensinamentos de vida e engenharia, pela paciência nestes últimos anos de curso. Muito obrigado!

Ao meu avô, Elmo Fantato, que se tornou pessoa essencial quando da minha decisão de aventurar por novas áreas do conhecimento.

Aos meus amigos e colegas de classe, pela presença constante e alegre.

Ao meu professor e orientador Jorge pelo conhecimento teórico e prático fornecido, empenho, pela amizade, paciência, ajuda e incentivo durante todo o curso e desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Fachadas são elementos construtivos que oferecem apelo estético a uma edificação e exercem a importante função de protegê-la contra as intempéries do ambiente externo, garantindo uma maior durabilidade. Um dos sistemas mais utilizados para revestimento externos, no Brasil, é o revestimento cerâmico. Este sistema possui uma alta resistência às mais diversas condições ambientais, o que explica a escolha pelos profissionais da construção civil. Este trabalho possui como tema a avaliação das manifestações patológicas do revestimento cerâmico nas fachadas de um edifício residencial situado na cidade de Brasília/DF. Após prévia inspeção visual, foram realizados os ensaios de percussão e termografia infravermelha, visando mapear as áreas que se encontravam com o revestimento cerâmico danificado e realização do possível diagnóstico das manifestações patológicas encontradas. Os resultados obtidos foram analisados e concluiu-se que o revestimento cerâmico externo apresentava as anomalias de descolamento e deslocamento das pastilhas cerâmicas em áreas pontuais das fachadas e empenas da edificação. Foram indicadas soluções para a erradicação das manifestações patológicas encontradas, como manutenções corretivas pontuais e gerais, além da recomendação de manutenção preventiva permanente.

Palavras-chave: Revestimento cerâmico. Manifestações patológicas. Construção civil.

ABSTRACT

Facades are constructive elements that offer aesthetic appeal to a building and exert the important function of protecting it against the intempéries of the external environment, guaranteeing a greater durability. One of the most used systems for external cladding, in Brazil, is the ceramic cladding. This system has a high resistance to the most diverse environmental conditions, which explains its choice by the civil construction professionals. This work has as its theme the evaluation of the pathological manifestations of the ceramic cladding on the facades of a residential building located in the city of Brasília/DF. After visual inspection, the percussion and infrared thermographic images tests were done, in order to map the areas that were found with the damaged ceramic cladding and realizing the possible diagnosis of the pathological manifestations found. The results obtained were analyzed and it was concluded that the external ceramic cladding presented the anomalies of detachment and displacement of the ceramic inserts in specific areas of the facades and glazes of the building. Solutions for the eradication of pathological manifestations were indicated, such as punctual and general corrective maintenance.

Keywords: Ceramic cladding. Pathological manifestations. Civil construction.

Sumário

Índice de Figuras	8
Índice de Quadros	9
Índice de Fluxogramas.....	9
1.INTRODUÇÃO.....	10
2.OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo geral.....	12
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1. FACHADA.....	13
3.2. SISTEMAS DE REVESTIMENTO DA FACHADA	14
3.2.1.Funções do revestimento	14
3.3. REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	14
3.3.1.Funções do revestimento com argamassa.....	15
3.3.2.Características dos revestimentos com argamassa	15
3.3.3.Componentes do sistema	15
3.4. REVESTIMENTO COM PINTURA.....	17
3.4.1.Sistema de pintura	17
3.4.2.Funções do sistema de pintura	18
3.5. REVESTIMENTO DE MADEIRA.....	19
3.6. REVESTIMENTO CERÂMICO.....	20
3.6.1.Sistema de revestimento cerâmico	21
3.7. INSPEÇÃO PREDIAL	26
3.7.1.Laudo de Inspeção	27
3.8. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	28
3.8.1.Patologias em revestimentos cerâmicos	30
4.METODOLOGIA	34
4.1. INSPEÇÃO TÉCNICA.....	36
4.1.1.Análise Visual e Registros Fotográficos	36
4.1.2.Coleta de Informações	37
4.2. Ensaio de Percussão	37
4.3. Termografia	40
5.APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	43
5.1. Manifestações patológicas constatadas.....	43
5.1.1.Deslocamento do revestimento cerâmico.....	43
5.1.2.Falhas nas juntas de movimentação e rejuntamento da fachada	47

5.2. Diagnóstico e origens das manifestações patológicas	49
6.CONCLUSÕES.....	50
6.1. Sugestões para pesquisas futuras	51
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

Índice de Figuras

Figura 1 – Componentes do Sistema de Revestimento Argamassado e Camada.....	16
Figura 2 – Componentes do Sistema de Revestimento com Pintura	19
Figura 3 – Componentes do Sistema de Revestimento Cerâmico.....	21
Figura 4 – Curvatura e empenamento em cerâmicas.	25
Figura 5 – Descolamento de placas cerâmicas.....	30
Figura 6 – Deslocamento de placas cerâmicas.	31
Figura 7 – Eflorescência em revestimento cerâmico.....	32
Figura 8 – Pastilhas cerâmicas de cor verde.....	34
Figura 9 – Fachada Posterior e locação das caixas de escada.	35
Figura 10 – Prumadas laterais do edifício: (a) Prumada Sul; (b) Prumada Norte.	35
Figura 11 – Funcionários realizando ensaio de percussão: (a) Prumada Sul; (b) Caixa de escadas das prumadas 1 e 2.	38
Figura 12 – Funcionários realizando ensaio de percussão: (a) Caixa de escadas das prumadas 3 e 4; (b) Caixa de escadas das prumadas 7 e 8.....	39
Figura 13 – Demarcações de áreas do revestimento cerâmico com som cavo/oco e deslocamento da fachada.....	40
Figura 14 – Barra de cores termográfica.....	40
Figura 15 – Fachada da platibanda sul.....	41
Figura 16 – Caixas de escadas.....	41
Figura 17 – Fachada Posterior.....	42
Figura 18 – Deslocamento do revestimento cerâmico da fachada da caixa de escadas da entrada 1 e 2 (a), (b), (c) e (d).....	43
Figura 19 – Deslocamento do revestimento cerâmico da fachada da caixa de escadas da entrada 3 e 4: (a), (b) e (c).....	44
Figura 20 – Deslocamento do revestimento cerâmico da fachada da caixa de escadas da entrada 5 e 6: (a), (b), (c) e (d).....	45
Figura 21 – Deslocamento do revestimento cerâmico da caixa de escadas da entrada 7 e 8 (a), (b), (c) e (d).	46
Figura 22 – Falhas nas juntas de movimentação: (a) caixa de escadas das entradas 1 e 2; (b) caixa de escadas das entradas 5 e 6.....	48
Figura 23 – Falhas no rejuntamento do revestimento cerâmico: caixa de escadas das entradas 7 e 8 (a) e (b).....	48

Índice de Quadros

Quadro 1 – Espessura máxima dos revestimentos.	17
Quadro 2 – Codificação das placas em grupos de absorção da água em função dos seus métodos de fabricação.	23
Quadro 3 – Classificação das cerâmicas pelo índice de absorção.	24
Quadro 4 – Itens mínimos em um Laudo de Inspeção.	28

Índice de Fluxogramas

Fluxograma 1 – Esquema da metodologia aplicada.	36
--	----

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma indústria que depende de uma realidade política e econômica estável para alcançar e manter a qualidade de seus empreendimentos. Sendo o Brasil um país historicamente marcado pelas constantes crises financeiras e políticas, a construção civil é afetada, sofrendo grandes oscilações em seu mercado. Uma economia fraca gera elevados preços nos materiais e equipamentos, além de uma mão de obra desqualificada, pois o acesso à educação e especializações na área torna-se caro e restrito a poucos.

O tempo também é um fator de influência na construção civil. É cada vez mais recorrente o fato de as construtoras apressarem a execução das obras, de maneira a agradar à clientela e a suas próprias gerências. Muitas delas usam de novas tecnologias, planejamentos de obra e controles de qualidade adequados à conclusão seus empreendimentos no tempo mínimo almejado. Porém, a grande maioria não se atenta à importância de um bom planejamento e execução e, apressadamente, finaliza a obra no prazo certo, mas com baixa qualidade.

Não é rara a negligência às normas ABNT, que normatizam as mais diferentes etapas e processos construtivos, contribuindo também para as más execuções na construção civil.

Todos esses fatores se enquadram em vícios construtivos e resultam em empreendimentos com baixa durabilidade e vida útil, ou seja, com grandes índices de manifestações patológicas ao longo do tempo.

A falta de manutenções adequadas devido à inércia dos responsáveis, como síndicos, proprietários e até mesmo as próprias construtoras, também é geradora de problemas patológicos. As manutenções são ditas preventivas, de maneira a evitá-los, ou corretivas, quando a construção já se encontra avariada. Por fim, o mau uso por parte dos proprietários fecha o rol de causas nas patologias das construções.

Em Brasília/DF, as construções civis alcançaram o estágio em que diversas manifestações patológicas vêm surgindo, a grande maioria presentes em suas fachadas. Diversas são essas manifestações, como trincas, eflorescências, descascamento de pinturas, infiltrações, fissuras e deslocamento do revestimento

cerâmico. Deve-se dar extrema atenção a este último, pois sua ocorrência ocasionará tanto prejuízo financeiro quanto pode lesionar usuários e transeuntes.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Este trabalho possui como objetivo geral averiguar, in loco, o desempenho do sistema de revestimento externo das caixas de escadas e das empenas de uma edificação, devido ao descolamento de peças cerâmicas já ocorrentes em alguns pontos de suas fachadas.

2.2. Objetivo específico

Como objetivos específicos deste trabalho, pode-se citar:

- Identificar e apresentar as causas da manifestação patológica;
- Verificar por meio de análise visual e ensaios técnicos de percussão o desempenho do sistema de revestimento externo;
- Apresentar solução corretiva de modo a sanar os efeitos da manifestação em estudo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. FACHADA

A fachada é o elemento construtivo que primeiro se vê em uma construção civil. Do ponto de vista arquitetônico, é o elemento que atrai a atenção dos transeuntes, dá forma e enaltece a construção.

Braga (2010) define fachada como sendo o envoltório da construção que limita dois espaços distintos: o interior e o exterior. É cada uma das faces de uma construção: a fachada principal, localizada na sua frente, fachada posterior e fachadas laterais. Essa nomenclatura tornou-se possível, pois a partir do século XX o aparecimento de edifícios altos possibilitou que qualquer pessoa visse as outras fachadas de pontos distintos do logradouro.

Segundo o Conselho de Edifícios e Habitat Urbano – CTBUH, a fachada de um edifício e o meio ambiente urbano possuem uma relação marcante, de modo que envolvem valores sociais importantes, pois tipificam e caracterizam a sociedade ali residente, suas aspirações e grau de prosperidade (CTBUH – Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 1995 apud MEDEIROS, SABBATINI, 1999).

Além da sua importância social, tendo em vista que é o elemento que conecta e regula o nível de contato do morador com o mundo exterior, a fachada toma posse da função técnica de proteger, de intempéries externas, os ambientes internos da construção, oferecendo um espaço habitável, com conforto ambiental e segurança para seus usuários finais. (BRAGA, 2010).

Por estar em constante contato com o meio externo e seus agentes agressivos, a fachada externa não é estática, pois trabalha de forma a responder aos ventos e mudanças drásticas de temperatura ao longo do dia e noite; interage com as estruturas de suporte da construção; degrada-se ao longo do tempo e, por fim, perde o contato físico com a edificação, explicam Erdly e Schwartz (2004).

Para que uma fachada possua a vida útil prevista no projeto, deve-se atentar para a compra e aplicação de materiais de qualidade a serem utilizados em seu revestimento. O foco não deve estar apenas no aspecto econômico. A mão de obra

é outro fator de importância, tendo em vista que erros humanos são umas das causas mais recorrentes de diminuição da vida útil de uma fachada.

3.2. SISTEMAS DE REVESTIMENTO DA FACHADA

Para que uma fachada seja capaz de exercer sua função técnica de proteção, a mesma deve contar com revestimentos externos, que integrarão sua vedação vertical. Segundo a NBR 13.755/1996, revestimento externo é:

Conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura-suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassa e revestimento final, cuja função é proteger a edificação da ação da chuva, umidade, agentes atmosféricos, desgaste mecânico oriundo da ação conjunta do vento e partículas sólidas, bem como dar acabamento estético.

3.2.1. Funções do revestimento

Proteger o edifício da ação direta de agentes agressivo e regularizar a superfície dos elementos de vedação são as funções básicas dos revestimentos (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998 apud BRAGA, 2010).

3.3. REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

São elementos formados por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto (NBR 13.529/1995).

Segundo a NBR 7200/1998, argamassa é uma mistura homogênea de aglomerantes e agregados minerais com água, que possuem capacidade de aderência e endurecimento.

De acordo com CARASEK (2007), propriedades como trabalhabilidade (plasticidade, adesão inicial, consistência), aderência, retração, permeabilidade à água, capacidade de absorver deformações, resistência mecânica, são necessárias às argamassas de bom desempenho.

3.3.1. Funções do revestimento com argamassa

Proporcionar proteção à alvenaria e estrutura da ação de intempéries externas, integrar o sistema de vedação dos edifícios, contribuindo com as funções de isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água, segurança contra fogo, firmeza contra desgastes e abalos superficiais e, por fim, a regularização da superfície de elementos de vedação e atuar como base para acabamentos de cunho decorativo (CARASEK, 2007).

3.3.2. Características dos revestimentos com argamassa

A NBR 13.749/1996 exige que os revestimentos satisfaçam às condições abaixo listadas:

- Compatibilidade com o acabamento decorativo posteriormente aplicado;
- Resistibilidade mecânica decrescente ou uniforme, a partir da primeira camada em contato com a base, de modo a não comprometer sua durabilidade e o acabamento final;
- Possuir superposição de uma ou mais camadas de argamassas contínuas e uniformes;
- Ter propriedade hidrofugante, nos casos de argamassa aparente, sem pintura e base porosa para proteção;
- Ter propriedade impermeabilizantes quando for revestimento externo em contínuo contato com o solo;
- Resistência às variações normais de temperatura e umidade.

3.3.3. Componentes do sistema

- **Chapisco**

Segundo a NBR 13.529/1995, é a camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

A melhora na aderência é possível, pois a base, superfície que receberá o revestimento, depois de coberta com a camada de chapisco, torna-se mais áspera e aderente. O chapisco deve possuir espessura de 3 mm a 5 mm.

- **Emboço**

É a camada de revestimento executada com vistas ao cobrimento e regularização da superfície da base ou chapisco. O emboço tem como função propiciar uma superfície que seja apta para acomodar o reboco ou um revestimento decorativo, ou outras superfícies que constituam o acabamento final da fachada (NBR 13.529/1995).

- **Reboco**

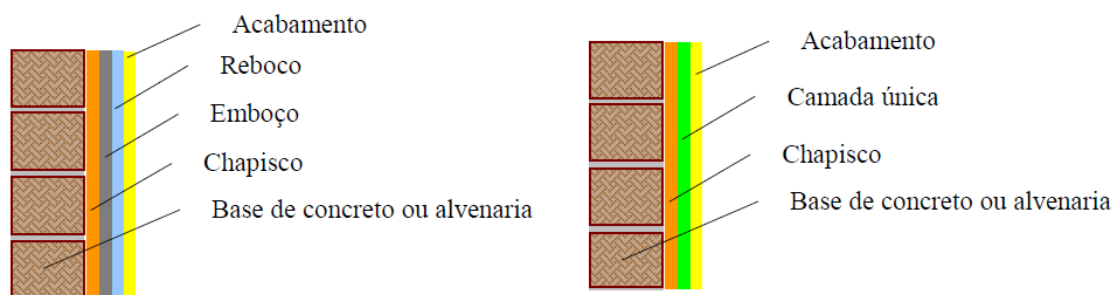
Conceituado como a camada final do revestimento, o reboco cobre o emboço, criando uma camada fina que receberá o revestimento decorativo ou o acabamento final (NBR 13.529/1995).

Justamente por propiciar ao revestimento uma superfície mais lisa, o reboco é popularmente conhecido como massa fina e pode ser substituído por massa corrida. A espessura média do reboco é de 5 mm.

- **Camada Única**

É o chamado reboco paulista ou massa única, constituindo apenas de chapisco e argamassa aplicada diretamente na base, conforme Figura 1.

Figura 1 – Componentes do Sistema de Revestimento Argamassado e Camada



FONTE: Diogo (2007)

Atenção especial deve ser dada à espessura máxima que os revestimentos argamassados devem ter, conforme apresenta a NBR 13.749/1996 no Quadro 1.

Quadro 1 – Espessura máxima dos revestimentos.

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

FONTE: Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 13.749/1996

Dessa forma, revestimentos argamassados em fachadas podem possuir uma espessura de até 30 mm.

3.4. REVESTIMENTO COM PINTURA

Durante muitos anos na construção civil, a pintura era uma atividade tratada de maneira isolada, conquistando a atenção apenas no final do processo construtivo de uma edificação. Esta realidade vem mudando devido a elevada capacidade da pintura de proporcionar proteção e efeito estético nas superfícies externas e internas. A pintura é o elemento construtivo mais visível de uma obra e influencia diretamente no desempenho e durabilidade das edificações. Dessa forma, a pintura não deve ser tratada de maneira isolada, mas como parte integrante de um sistema construtivo que visa à qualidade das obras, além de ser planejada desde a elaboração do projeto básico. (UEMOTO, 2002).

Segundo UEMOTO (2002), deve-se atentar para o meio ambiente na qual a edificação está inserida e qual o uso destinado à pintura, levando à correta escolha dos produtos. Com estes cuidados, o revestimento com pintura será de qualidade.

3.4.1. Sistema de pintura

O sistema é definido como um conjunto de elementos, todos formulados a partir de uma mesma resina. Dentre os componentes do sistema temos:

- Tintas de fundo: seladores, primers, anticorrosivos, fundos preparadores de superfície;
- Massas de nivelamento: massa corrida, a óleo e para madeira;
- Tintas e vernizes, para o acabamento final (SABBATINI et al., 2003 apud BRAGA, 2010).

Segundo GEHBAUER (2002):

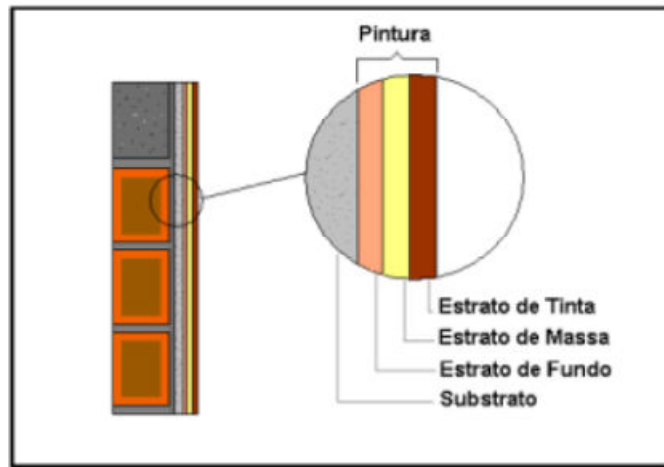
“As pinturas são compostas geralmente por um conjunto de camadas, aplicadas sucessivamente sobre o reboco. A primeira delas, chamada de camada base ou de fundo, é aplicada em uma ou mais demãos com o objetivo de preparar o substrato para a aplicação da camada de cobertura, dando a este maior coesão, aumentando sua aderência e reduzindo sua capacidade de absorver água. Acima desta camada é aplicada em uma ou mais demãos a camada final, ou de cobertura, que, além de proteger as camadas de baixo, confere à superfície as características desejadas, como cor e textura, por exemplo. Este conjunto de camadas pode ser designado também como **sistema de pintura**.”

3.4.2. Funções do sistema de pintura

A pintura exerce a função de proteger o substrato das intempéries do ambiente e também decorativa ou estética. A pintura dos revestimentos externos atua como uma camada de sacrifício, para que o substrato não se degrade precocemente. Ao ser aplicada em revestimentos de argamassa, a pintura os protege contra o esfarelamento e umidade, pois diminui a absorção de água, inibindo o desenvolvimento de fungos e bolores. Quando aplicada em alvenaria aparente, a função da pintura é a de reduzir a absorção da água. Em todos os casos, a pintura sempre irá alterar o aspecto final da edificação (SABBATINI et al., 2003 apud BRAGA, 2010).

A ausência de pintura pode trazer consequências graves para a base, como absorção de água pelas paredes, provocando infiltrações e trincas; surgimento de empenas e rachaduras nas peças de madeira, além do apodrecimento desta e, por fim, corrosão nas peças metálicas (PROFESSOR GENERAL REAL – IME, 2006). A Figura 2 ilustra os componentes deste sistema de revestimento de fachada.

Figura 2 – Componentes do Sistema de Revestimento com Pintura



FONTE – BRITEZ, 2007

3.5. REVESTIMENTO DE MADEIRA

Segundo GENERAL REAL (2006), ao ser empregada em revestimentos, a madeira ganha a característica de um revestimento nobre, mais conhecido como lambril.

GENERAL REAL (2006) sugere que há diversas formas de aplicação de revestimento de madeira:

- Embutindo safarros na argamassa do emboço e pregando, sobre os mesmos, as peças de madeiras;
- Realizando um engradamento sobre o emboço ou alvenaria e pregando as peças de madeira;
- Utilizando finas lâminas de madeira, de modo a colocá-las sobre o emboço cuidadosamente preparado.

A madeira deve apresentar as alturas de 1/2, 2/3 ou todo o pé direito para que se obtenha um bom aspecto no acabamento. A fórmica é muito utilizada para revestimentos e pode ser aplicada colocando-a sobre o compensado pregado à parede, ou diretamente sobre o reboco (GENERAL REAL, 2006).

3.6. REVESTIMENTO CERÂMICO

A construção civil desenvolveu uma predileção por revestir suas edificações com o revestimento cerâmico, devido à alta resistência que este oferece às mais diversas condições ambientais. Em geral, a cerâmica não apresenta desgaste acentuado ao longo do tempo (CAMPANTE; SABBATINI, 2001).

A NBR 13.816/1997 define revestimento cerâmico como o conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte.

O clima brasileiro, predominantemente tropical e chuvoso, faz com que a opção pelos revestimentos cerâmicos seja uma das mais interessantes, tanto no aspecto do desempenho quanto pela durabilidade. A preferência por este tipo de revestimento é também entendível, pois possui diversas vantagens em relação aos outros sistemas de revestimentos, como valorização estética e econômica, limpeza rápida e fácil, harmonia nas composições, estanqueidade da vedação mais eficiente, conforto térmico e acústico da fachada (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

A ANFACER (Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres), lista uma série de vantagens dos revestimentos cerâmicos, dentre elas estão a alta resistência e durabilidade, beleza, diversidade e versatilidade, fácil limpeza e aplicação, ótima compatibilidade, não propagação de chamas ampla disponibilidade de fabricantes e vendedores.

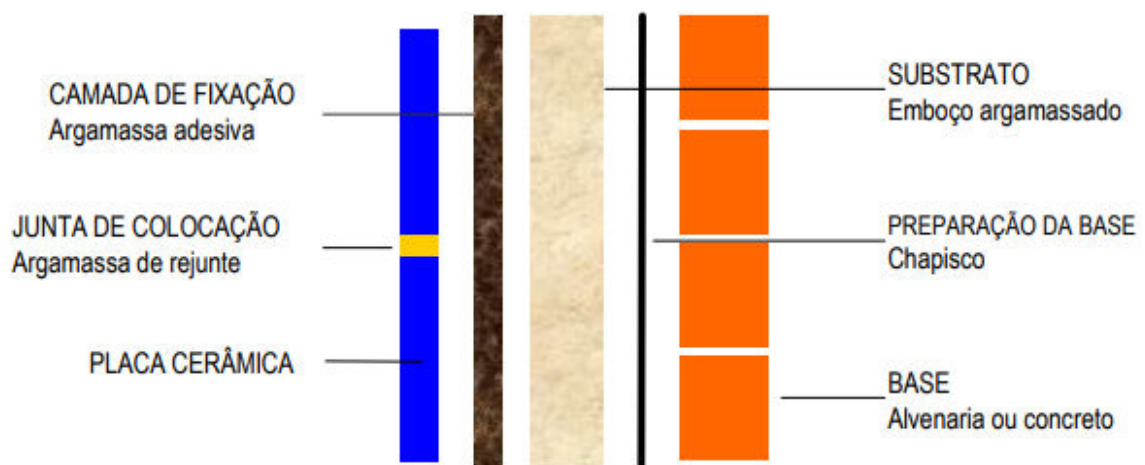
De acordo com a NBR 13.755/1996, o revestimento cerâmico deve ser escolhido tendo em vista o objetivo fim a que se destina, satisfazendo as condições que se seguem:

- Utilização voltada para revestimento externo e fachadas;
- Na ocasião de seu assentamento, deve estar seco;
- Tardoz ausente de matérias que impeçam sua boa aderência à argamassa colante, como pós, engobes pulverulentos e partículas soltas;
- Codificação (número, modelo e tonalidade) de acordo com sua especificação e idênticos para utilização em uma mesma fachada.

3.6.1. Sistema de revestimento cerâmico

É constituído por base ou substrato (tijolo/bloco), preparo da base (chapisco), camada de regularização (emboço), camada de fixação (argamassa colante), juntas e, por fim, a camada de acabamento (cerâmicas), conforme Figura 3.

Figura 3 – Componentes do Sistema de Revestimento Cerâmico



FONTE: MEDEIROS & SABBATINI, 1999.

- **Argamassa Colante**

Segundo a NBR 14.081/1998, é um produto industrial comercializado no estado seco e que contém em sua composição cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos. Por se encontrar em estado seco, a argamassa colante industrial deve ser misturada com água, formando, assim, uma massa viscosa, plástica e aderente, que será utilizada para o assentamento das placas cerâmicas no revestimento.

A NBR 13.755/1996 define argamassa colante como:

Mistura constituída de aglomerantes hidráulicos, agregados minerais e aditivos, que possibilita, quando preparada em obra com a adição exclusiva de água, a formação de uma pasta viscosa plástica e aderente.

De acordo com a NBR 14.081/1998, a argamassa colante industrial do tipo II – AC-II é a mais indicada para o uso externo, devido às características de adesividade. Estas características permitem a absorção de esforços existentes em revestimentos externos, devido às intempéries do ambiente, como oscilações térmicas e hidrométrica, chuva e ventos, dentre outros.

- **Camada de acabamento – Cerâmica**

A NBR 13.816/1997 define placas cerâmicas como materiais produzidos por argilas e demais matérias químicas inorgânicas, conformadas por meio de extrusão ou prensagem – Tipos A e B, respectivamente, e por meio de um processo térmico, sinterizadas.

As placas cerâmicas contribuem, na grande maioria dos casos, no acabamento final e estética da edificação, pois caracterizam sua fachada. A cerâmica ainda oferece às fachadas resistência à penetração de água e fácil limpeza (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

As dimensões de largura e comprimento das placas cerâmicas predominam sobre a espessura. Além destas dimensões, aspectos como propriedades do material, técnicas de assentamento do mesmo e condições de uso e ambientais externas são de fundamental importância na escolha de qual modelo utilizar e sua especificação em projeto (ANTUNES, 2010).

As características técnicas mais importantes das placas cerâmicas, que são utilizadas para suas avaliações, são: absorção de água, expansão por umidade ou dilatação térmica e resistência mecânica da base da placa (ANTUNES, 2010).

De acordo com a NBR 13.816/1997, as placas cerâmicas também possuem, dentre suas propriedades e características técnicas, a resistência à abrasão superficial, às manchas, ao ataque de agentes químicos. O conhecimento destas características também evita futuras manifestações patológicas de fachadas.

1. Absorção da água

Esta característica técnica tem relação direta com a porosidade das placas cerâmicas, tendo em vista que materiais com uma alta absorção de água apresentam uma alta porosidade e, por consequência, uma baixa resistividade a infiltrações.

O índice de absorção de água influenciará na escolha de aditivos a serem utilizados na argamassa colante, pois argamassas sem a presença de aditivos fornecessem apenas a ancoragem mecânica às placas.

A NBR 13.817/1997 codifica as placas em grupos de absorção de água em função dos seus métodos de fabricação, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Codificação das placas em grupos de absorção da água em função dos seus métodos de fabricação.

Absorção de água (%)	Métodos de fabricação		
	Extrusado (a)	Prensado (B)	Outros(C)
$Abs \leq 0,5$	AI	Bla	CI
$0,5 \leq Abs \leq 3,0$		BIb	
$3,0 \leq Abs \leq 6,0$	AIIa	BIIa	CIIa
$6,0 \leq Abs \leq 10$	AIIb	BIIb	CIIb
$Abs > 10$	AIII	BIII	CIII

FONTE: ABNT NBR 13.817:1997.

A absorção total dos revestimentos cerâmicos deve ser baixa, de maneira a limitar as movimentações higroscópicas que agem sobre o revestimento externo. A NBR não determina um limite definido para a absorção total das placas cerâmicas (MEDEIROS & SABBATINI, 1999).

Segundo Antunes (2010), apesar da falta de normatização quanto ao limite específico de absorção total de água, a ANFACER recomenda a escolha por placas cerâmicas que apresentam absorção inferior a 6%. O Quadro 3 informa a classificação destas placas, conforme o índice de absorção.

Quadro 3 – Classificação das cerâmicas pelo índice de absorção.

Classificação	Absorção	Características
Porcelanatos	0 a 0,5%	Baixa absorção e resistência mecânica alta.
Grês Baixa	0,5 a 3,0%	Absorção e resistência mecânica média.
Semigrês	3,0 a 6,0%	Média absorção e resistência mecânica média.
Semiporoso	6,0 a 10,0%	Média alta absorção e resistência mecânica baixa.
Poroso	10,0 a 20,0%	Alta absorção e resistência mecânica baixa.

FONTE: Manual de Desempenho ANFACER, 2009 (com adaptação de ANTUNES, 2010)

2. Expansão por umidade ou dilatação térmica

Expansão por umidade – EPU é geralmente usada para descrever o aumento das dimensões dos materiais cerâmicos pela absorção de água. Tal expansão ocorre de maneira lenta e pequena, podendo comprometer a aderência das placas cerâmicas (MENDONÇA, CARTAXO, MENEZES, SANTANA & FERREIRA, 2012).

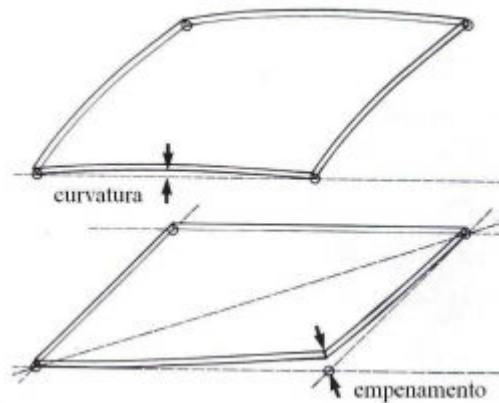
A dilatação térmica também pode ocorrer pela exposição ao calor submetido às placas cerâmicas do revestimento externo.

3. Resistência mecânica

Segundo ANTUNES (2010), as características dimensionais também devem ser levadas em conta no momento das especificações. Segundo a autora, a NBR 13.818/1997 estabelece as tolerâncias que devem ser obedecidas, além da ortogonalidade, curvatura, empenamento, espessura e retitude dos lados.

O não cumprimento da norma quanto à curvatura e empenamento afeta o desempenho das placas cerâmicas no revestimento externo de fachadas, pois pode gerar falhas de aderência entre estas e a argamassa de fixação. A Figura 4 ilustra os detalhes de curvatura e empenamento.

Figura 4 – Curvatura e empenamento em cerâmicas.



FONTE: ANTUNES, 2010.

- **Argamassa de rejunte**

Segundo a NBR 14.992/2003, é a mistura industrializada de cimento Portland e outros componentes homogêneos e uniformes, para aplicação nas juntas de assentamento de placas cerâmicas.

JUNGINGER (2003) informa que as principais funções dos rejuntas são:

- Auxiliar no desempenho estético do revestimento;
- Fornecer regularidade superficial ao revestimento externo;
- Equilibrar a variação de bitola;
- Facilitar no assentamento das placas de cerâmica;
- Vedar o revestimento cerâmico;
- Difundir o vapor de água;
- Propiciar alívio de tensões;
- Otimizar a aderência entre as placas e a argamassa.

- **Juntas**

A NBR 13.755/1996 define junta como um espaço regular entre dois materiais idênticos ou distintos. Ainda segundo esta NBR, ao executar o assentamento das placas cerâmicas, é necessário manter espaçamentos ou juntas

entre as mesmas, para que seja possível a movimentação do revestimento quando houver variações térmicas, expansão por umidade e deformações estruturais.

As juntas de assentamento são o espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes (NBR 13.755/1996).

As juntas aliviam as tensões provocadas pela movimentação do revestimento ou base e, assim, mitigam o aparecimento da manifestação patológica de trincas e fissuras no revestimento externo.

1. Juntas de movimentação

A NBR 13.755/1996 conceitua juntas de movimentação como sendo o espaço regular cuja função é subdividir o revestimento para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento.

Quanto às disposições construtivas das juntas de movimentação horizontais e verticais, a NBR 13.755/1996 dispõe o seguinte, respectivamente:

“Recomenda-se a execução de juntas horizontais de movimentação espaçadas no máximo de 3 metros ou a cada pé direito, na região do encunhamento.”

“Recomenda-se a execução de juntas verticais de movimentação espaçadas no máximo a cada 6 metros.”

3.7.INSPEÇÃO PREDIAL

A Construção Civil é parte autora da vida em sociedade. Ela proporciona aos indivíduos espaços para a convivência diária como trabalho, lazer, moradia, esportes, dentre outros.

Assim, as edificações assumem as funções de representar o desenvolvimento tecnológico e social, a segurança, o conforto e status de uma nação. A inspeção predial surge da necessidade de manter as edificações sempre seguras e esteticamente preservadas, por meio da manutenção e avaliação do desempenho, durabilidade e vida útil.

De acordo com a NBR 5.674/1999, inspeção predial é a avaliação do estado da edificação e de suas partes constituintes, realizada para orientar as atividades de manutenção.

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE conceitua inspeção predial como a análise isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação.

Como metodologia, o IBAPE lista nove etapas que devem ser seguidas para a realização de uma inspeção pericial. As etapas contemplam desde o levantamento de dados/documentos, entrevistas e vistorias, análises gerais das deficiências e problemas, até a elaboração de orientações técnicas e avaliação do uso da edificação.

3.7.1. Laudo de Inspeção

Posterior à inspeção predial, o laudo de inspeção deve ser realizado e conter todas as etapas realizadas e conclusões técnicas alcançadas.

O IBAPE (2012) enumera um número mínimo de itens que devem estar presentes neste laudo, conforme Quadro 4.

Quadro 4 – Itens mínimos em um Laudo de Inspeção.

Itens do Laudo de Inspeção Predial	
1	Identificação do solicitante
2	Classificação do objeto de inspeção
3	Localização, data da diligência
4	Descrição técnica do objeto, tipologia e padrão construtivo
5	Utilização e Ocupação, Idade da construção
6	Nível de inspeção utilizado
7	Documentação solicitada, documentação entregue e documentação analisada
8	Descrição do critério e Método de Inspeção
9	Informações gerais cabíveis de atenção
10	Lista de verificação dos elementos construtivos, equipamentos vistoriados, descrição e localização das anomalias e falhas constatadas
11	Classificação quanto ao grau de risco das anomalias, bem como suas análises
12	Indicação de prioridade, avaliação da manutenção e condições de uso da edificação
13	Recomendações técnicas, gerais e de sustentabilidade
14	Relatório fotográfico
15	Recomendações do prazo para realização de nova Inspeção Predial
16	Data do laudo, assinatura do (s) profissional (ais) responsável (eis), acompanhado do nº do CREA ou do CAU e nº IBAPE
17	Anotação de responsabilidade Técnica - ART ou Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

FONTE: IBAPE, 2012

3.8. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Segundo a NBR 5.674/1999, vida útil é o intervalo de tempo ao longo do qual a edificação e suas partes constituintes atendem aos requisitos funcionais para os quais foram projetados, obedecidos os planos de operação, uso e manutenção previstos.

As manifestações patológicas são situações que encurtam o período de vida útil de um sistema da edificação, pois esta fica impossibilitada de exercer o desempenho esperado, previsto em projeto.

Manifestações patológicas são situações de difícil identificação, tornando seu estudo extremamente importante para que medidas de manutenções corretivas sejam realizadas ou, até mesmo, para que uma determinada manifestação não venha a ocorrer novamente.

Para que a identificação ocorra de maneira mais rápida e eficiente, é imprescindível a realização de inspeções e ensaios.

As manifestações patológicas são classificadas quanto sua origem em:

- Congênitas: têm suas origens ainda na fase de projetos, quando os responsáveis técnicos cometem erros e omissões, além de não seguirem e descumprirem as especificações das normas técnicas;
- Construtivas: originadas já na fase de execução da obra, devido à falta de mão de obra qualificada e treinada, falta de matéria prima de qualidade e métodos construtivos, falta de fiscalização e acompanhamento adequado;
- Adquiridas: originam-se durante o período de vida útil da edificação, devido às intempéries do ambiente externo, além das condições de uso;
- Acidentais: originadas a partir de eventos não previstos em projeto, inusitados como recalques da fundação, catástrofes naturais como fortes chuvas, ventos, tufões, terremotos, dentre outros.

Segundo ANTUNES (2010), as patologias em fachadas sempre estarão relacionadas a mais de uma causa, pois são resultantes de inúmeras variáveis combinadas como:

- Falhas relacionadas aos materiais, especificação e decorrentes do processo executivo;
- Deformações higroscópicas, térmicas e estruturais.

As manifestações em revestimentos externos de fachada ocorrem em seus elementos constitutivos, porém não serão, necessariamente, originadas nos mesmos. Tais deformações podem ter sido originadas a partir de outros elementos da edificação que, por estarem em íntimo contato com os elementos das fachadas, transferiram por propagação os danos a estes (ANTUNES, 2010).

3.8.1. Patologias em revestimentos cerâmicos

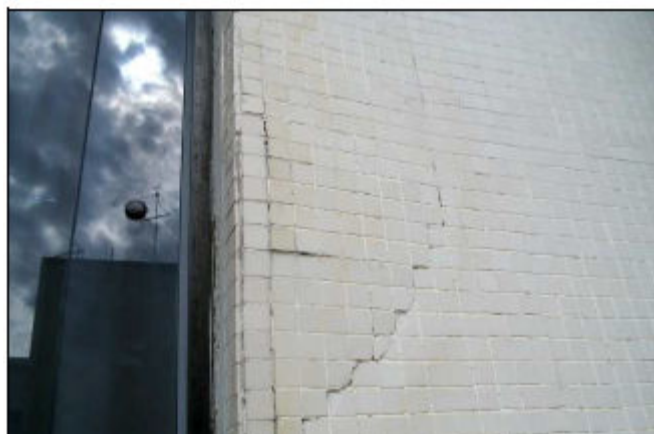
Segundo LUZ (2004), manifestações patológicas nos sistemas de revestimento cerâmicos de fachada ocorrem de maneira generalizada, causando a deterioração de todo o sistema, ou pontual. Há, ainda, dois tipos de manifestações: as que geram riscos aos usuários e transeuntes e as que não geram riscos.

3.8.1.1. Descolamento

É causado pela perda crescente da aderência das ligações entre as camadas do sistema de revestimento. Esta perda ocorre de maneira contínua, causando a ruptura na interface entre camadas e a formação de bolsões que se propagam por todo o revestimento externo, tornando o mesmo instável estruturalmente. Assim, o descolamento não resulta, necessariamente, na queda imediata das placas cerâmicas (ANTUNES, 2010).

De acordo com BAUER (1994), descolamento é o processo de separação das camadas do revestimento externo, podendo apresentar extensões variáveis, sendo pontuais em pequenas áreas ou abranger toda a alvenaria. A Figura 5 ilustra um caso de manifestação do descolamento.

Figura 5 – Descolamento de placas cerâmicas



FONTE: LEM - UNB, arquivo fotográfico

3.8.1.2. Desplacamento

Segundo ANTUNES (2010), é uma falha que ocorre posterior ao descolamento, quando há a queda das placas cerâmicas. Ao se deslocar, a cerâmica pode levar consigo a argamassa de assentamento e até mesmo uma parte do reboco, conforme Figura 6.

Figura 6 – Desplacamento de placas cerâmicas.



FONTE: LEM - UNB, arquivo fotográfico.

Esta é considerada a manifestação patológica de maior risco humano, devido à velocidade e peso com que a placa cerâmica chega ao solo, podendo causar sérias lesões aos usuários e transeuntes.

Para a Comunidade da Construção – Fortaleza (2004), as causas do deslocamento são: instabilidade do suporte após a acomodação da edificação, fluência da estrutura de concreto armado, variações de umidade e temperatura, ausência de vergas, contravergas e juntas. A execução errada ao se espalhar a argamassa colante no substrato, devido a longos panos em aberto e demora excessiva, e a imperícia e negligência da mão de obra que executou o sistema, também foram causas citadas.

3.8.1.3. Fissuras e Trincas

A NBR 15.575-2/2008 define fissuras como um seccionamento na superfície ou em toda a seção transversal de um componente, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais. A definição de trincas também é

dada pela norma, sendo uma expressão coloquial qualitativa aplicável a fissuras com abertura maior ou igual a 0,6 mm.

As fissuras podem ser classificadas como ativas (variação da abertura em função de movimentações higrotérmicas ou outras) ou passivas (abertura constante) (NBR 15.575-2/2008).

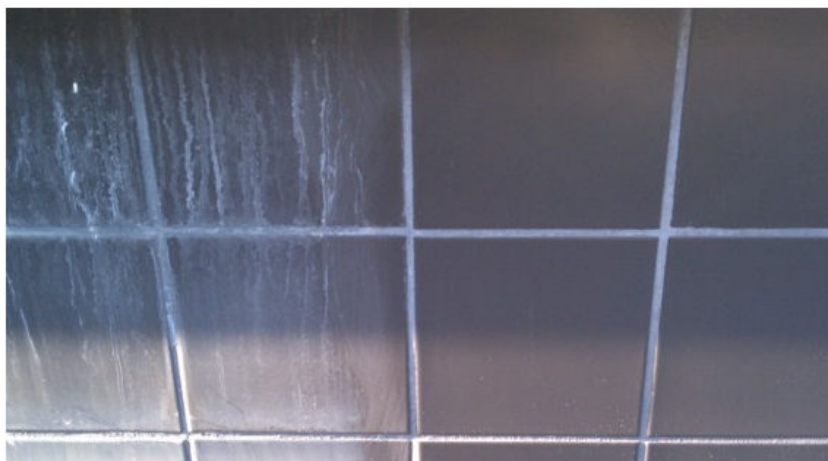
Deve ser dada uma atenção especial ao surgimento de trincas e fissuras, pois tais manifestações patológicas podem ser indicativas de outras patologias nas edificações, além de gerarem insegurança e desconforto para o usuário, devido ao apelo visual que oferecem.

3.8.1.4. Eflorescência

Eflorescências são depósitos salinos formados nas superfícies de materiais cerâmicos e resultam da migração e evaporação de soluções aquosas salinizadas. Esta manifestação patológica gera mais problemas de ordem estética do que estrutural (MENEZES, FERREIRA, NEVES & FERREIRA, 2006).

Segundo JUNGINGER & MEDEIROS (2002), eflorescência é um fenômeno que ocorre quando há o depósito de sais em superfícies quaisquer. Os sais são geralmente provenientes do substrato ou base. Três são os fatores essenciais para o surgimento deste fenômeno: água, gradiente hidráulico e sais solúveis. A Figura 7 ilustra um caso de eflorescência no sistema de revestimento cerâmico.

Figura 7 – Eflorescência em revestimento cerâmico.



FONTE: BBC, 2013

3.8.1.5. Manchas e bolor

Manchas são manifestações patológicas que alteram as tonalidades do revestimento cerâmico. Podem ser causadas por eflorescências ou bolores.

De acordo com SOUZA (2008), o surgimento de fungos (bolor) provoca alteração na superfície do revestimento e exige a recuperação ou até mesmo a substituição completa das placas cerâmicas.

Para o surgimento e desenvolvimento do bolor, é necessária a presença de umidade não apenas no ambiente, mas também intrínseca ao revestimento.

3.8.1.6. Falha nas juntas

ANTUNES (2010) explica que o surgimento de aberturas, entre as placas cerâmicas, afeta o desempenho do rejunte do revestimento, tendo em vista que compromete suas funções de aliviar tensões e de estanqueidade.

Os sinais que indicam a deterioração das juntas são: fissuras aparentes no material de preenchimento e envelhecimento do mesmo. A perda da estanqueidade pode ter início exatamente após sua execução, por meio de procedimentos de limpeza inadequados. Tais procedimentos são responsáveis por causar deterioração de uma parcela do material aplicado, tendo em vista que utilizam de ácidos e bases concentrados que, somados às intempéries do meio externo e/ou solicitações mecânicas por movimentações estruturais, podem resultar em fissuração e trincas, além de infiltração de água. Por fim, ocorrerá o deslocamento e/ou descolamento das placas cerâmicas, causando o colapso do revestimento.

4. METODOLOGIA

O objeto de estudo escolhido para este trabalho foi o edifício residencial localizado no endereço SQN 209 Bloco G, Asa Norte, Brasília – DF. A edificação é composta de 48 apartamentos, 6 pavimentos tipos, cobertura em telhas de fibrocimento, 1 pilotis com 4 entradas e 1 subsolo único.

O revestimento cerâmico do edifício é constituído em camada de emboço argamassado, acabamento em peças cerâmicas de tonalidade verde e dimensões de 3 cm x 3 cm, com juntas de dilatação preenchidas com material selante tipo mastique, conforme Figura 8.

Figura 8 – Pastilhas cerâmicas de cor verde.



FONTE: Arquivo Pessoal

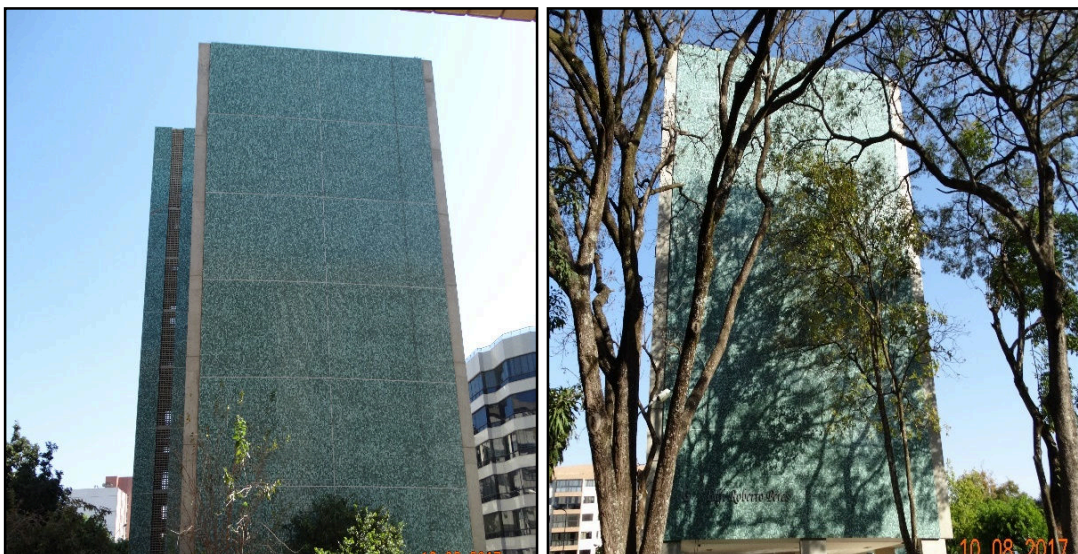
A análise de desempenho do revestimento cerâmico se fez necessária, devido ao deslocamento de peças cerâmicas já ocorrentes em alguns pontos das fachadas da edificação. As Figuras 9 e 10 apresentam a Fachada Posterior com as caixas de escada e as Prumadas Laterais da edificação, respectivamente.

Figura 9 – Fachada Posterior e locação das caixas de escada.



FONTE: Google Maps.

Figura 10 – Prumadas laterais do edifício: (a) Prumada Sul; (b) Prumada Norte.



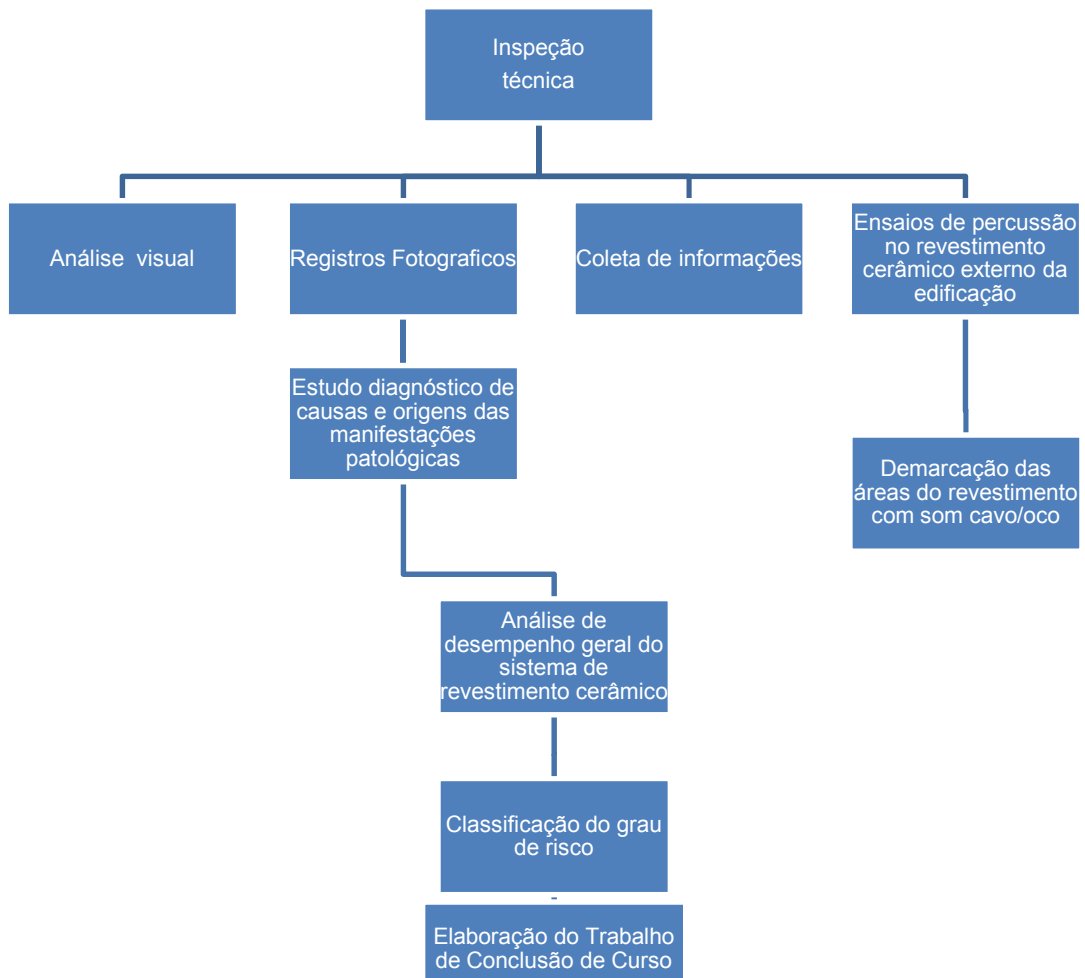
(a)

(b)

FONTE: Arquivo Pessoal

O Fluxograma 1 demonstra o esquema da metodologia adotada para o desenvolvimento das atividades de inspeção da edificação.

Fluxograma 1 – Esquema da metodologia aplicada.



FONTE: Autor.

4.1. INSPEÇÃO TÉCNICA

4.1.1. Análise Visual e Registros Fotográficos

O aspecto visual do sistema de revestimento das fachadas é o objeto de análise desta etapa. Por meio da análise visual, combinada com a realização de registros fotográficos, torna-se possível identificar se uma intervenção imediata na edificação será necessária, além de mostrar, superficialmente, as consequências que determinada manifestação patológica está causando no revestimento externo das fachadas.

A análise visual fornecerá dados e informações que determinarão quais os próximos procedimentos e ensaios deverão ser adotados, para que uma análise

mais detalhada das causas e consequências possa ser realizada de maneira eficiente.

Comumente utilizado para auxílio nesta etapa, o binóculo oferece uma análise mais concisa do aspecto visual do sistema de revestimento externo da edificação. Este equipamento também possibilita a sondagem superficial das condições gerais das placas cerâmicas, juntas de movimentação e rejunte, além de apontar as possíveis anomalias comprometedoras do desempenho do sistema de revestimento.

4.1.2. Coleta de Informações

Durante a realização da inspeção técnica foi coletada uma série de informações gerais com o intento de se formar uma anamnese da edificação. A anamnese é realizada por meio de entrevistas com os usuários, moradores e síndico, com o intuito de se formar um histórico da edificação que auxilia no diagnóstico final.

As etapas de análise visual, registros fotográficos e coleta de informações não resultaram na identificação das condições de aderência das placas cerâmicas do revestimento externo das fachadas da edificação. Assim, procedeu-se a realização do ensaio de percussão para o mapeamento das áreas do revestimento cerâmico externo que se encontram com a aderência comprometida.

4.2. Ensaio de Percussão

O primeiro sinal da manifestação patológica de deslocamento do revestimento cerâmico é a ocorrência de um som cavo/oco nas peças, quando percutidas com equipamento adequado.

Dessa forma, este ensaio visa avaliar a aderência dos revestimentos. Segundo a NBR 13.749/1996, o ensaio de percussão é realizado por meio de impactos leves, que não comprometam a aderência do sistema de revestimento, com martelo de madeira ou demais instrumentos rijos. A avaliação deve ser realizada em uma área de cerca de 1 m² a cada 100 m² de paredes, e os revestimentos que apresentarem o som cavo/oco, devem ser integralmente percutidos para se estimar a área total com falha de aderência.

Este procedimento foi executado nas fachadas das caixas de escadas, das empenas e do revestimento externo da entrada e saída do subsolo do edifício. As Figuras 11 e 12 ilustram os funcionários, devidamente capacitados para trabalho em altura, realizando o ensaio, por meio de descida a rapel em toda a área de extensão do revestimento externo.

Figura 11 – Funcionários realizando ensaio de percussão: (a) Prumada Sul; (b) Caixa de escadas das prumadas 1 e 2.



FONTE: Arquivo Pessoal

Figura 12 – Funcionários realizando ensaio de percussão: (a) Caixa de escadas das prumadas 3 e 4; (b) Caixa de escadas das prumadas 7 e 8.



FONTE: Arquivo Pessoal

Para uma melhor visualização e compreensão, as regiões que apresentaram som cavo/oco foram demarcadas com tinta na cor branca. As áreas que apresentaram risco iminente de deslocamento foram marcadas com a simbologia “X”, conforme Figura 13.

Figura 13 – Demarcações de áreas do revestimento cerâmico com som cavo/oco e deslocamento da fachada.



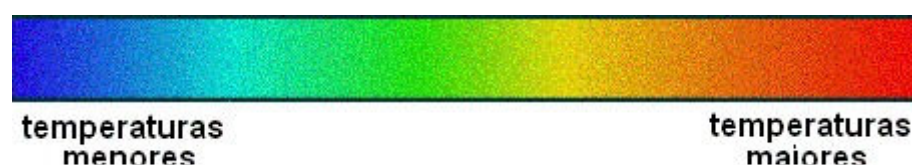
FONTE: Arquivo Pessoal.

4.3. Termografia

Como forma de complementar os ensaios de percussão, foi utilizada a termografia, um ensaio não destrutivo que informa a temperatura superficial do revestimento externo das fachadas, por meio da emissão de radiação infravermelha. A resposta elétrica causada pela radiação capturada é transformada em imagens digitais, permitindo detectar manifestações patológicas não visíveis a olho nu.

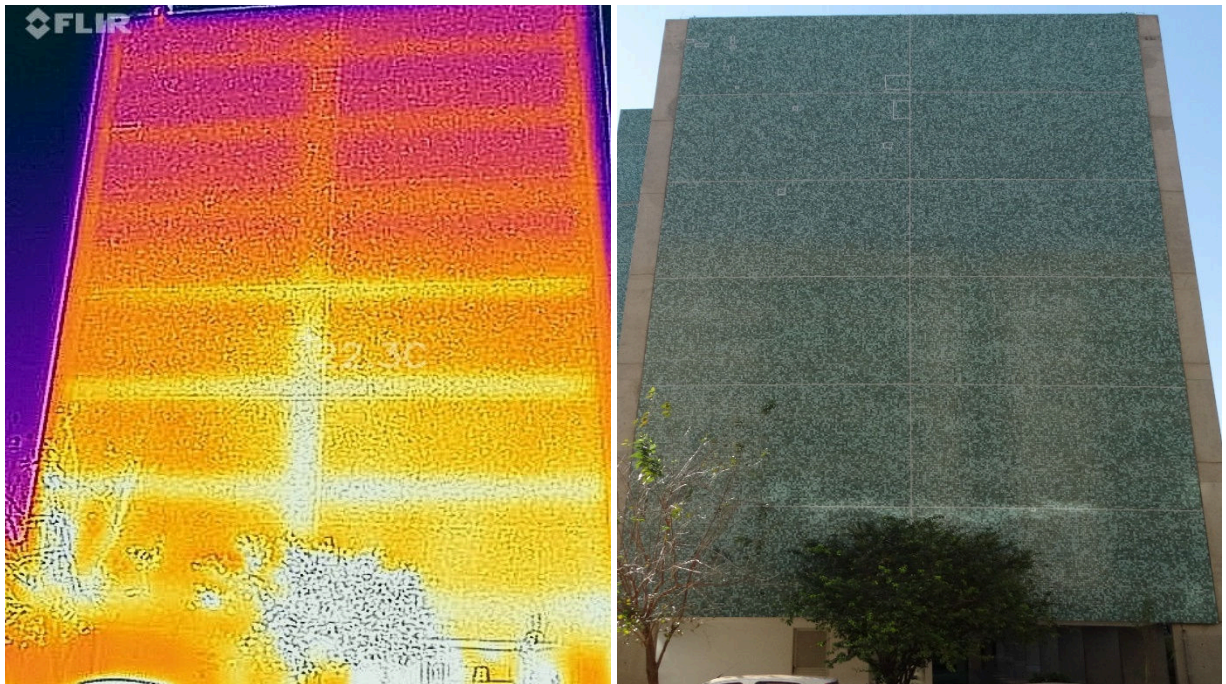
As imagens termográficas permitem a identificação das regiões com anomalias, por meio da visualização de diferença térmica detectada. As áreas com temperaturas menores indicam falhas de aderência. Para auxiliar o entendimento do resultado deste ensaio, a Figura 14 apresenta uma barra de cores.

Figura 14 – Barra de cores termográfica.



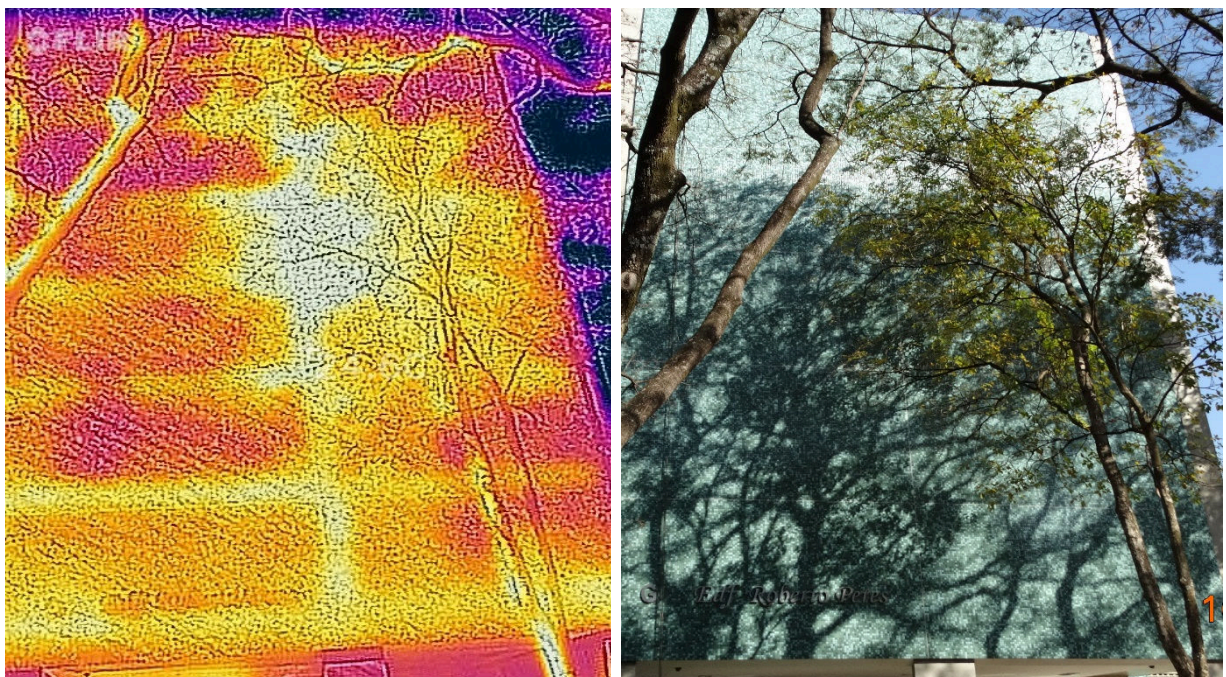
FONTE: Arquivo Pessoal.

Figura 15 – Fachada da platibanda sul.



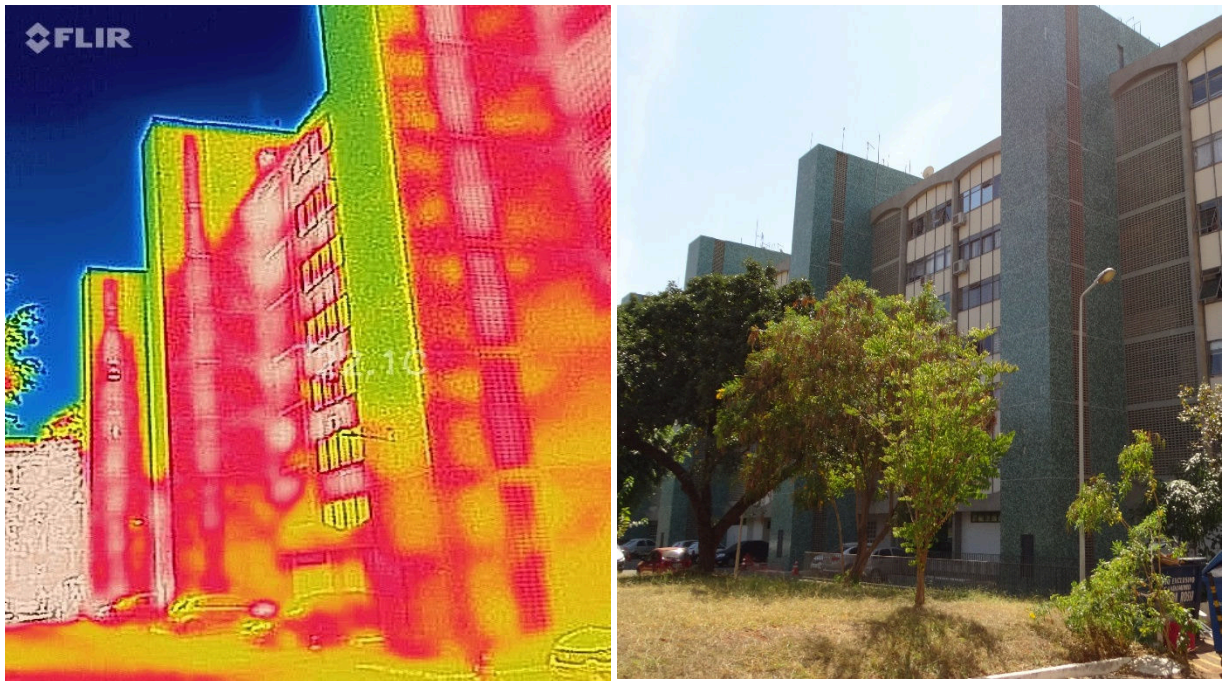
FONTE: Arquivo Pessoal.

Figura 16 – Caixas de escadas.



FONTE: Arquivo Pessoal.

Figura 17 – Fachada Posterior.



FONTE: Arquivo Pessoal.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

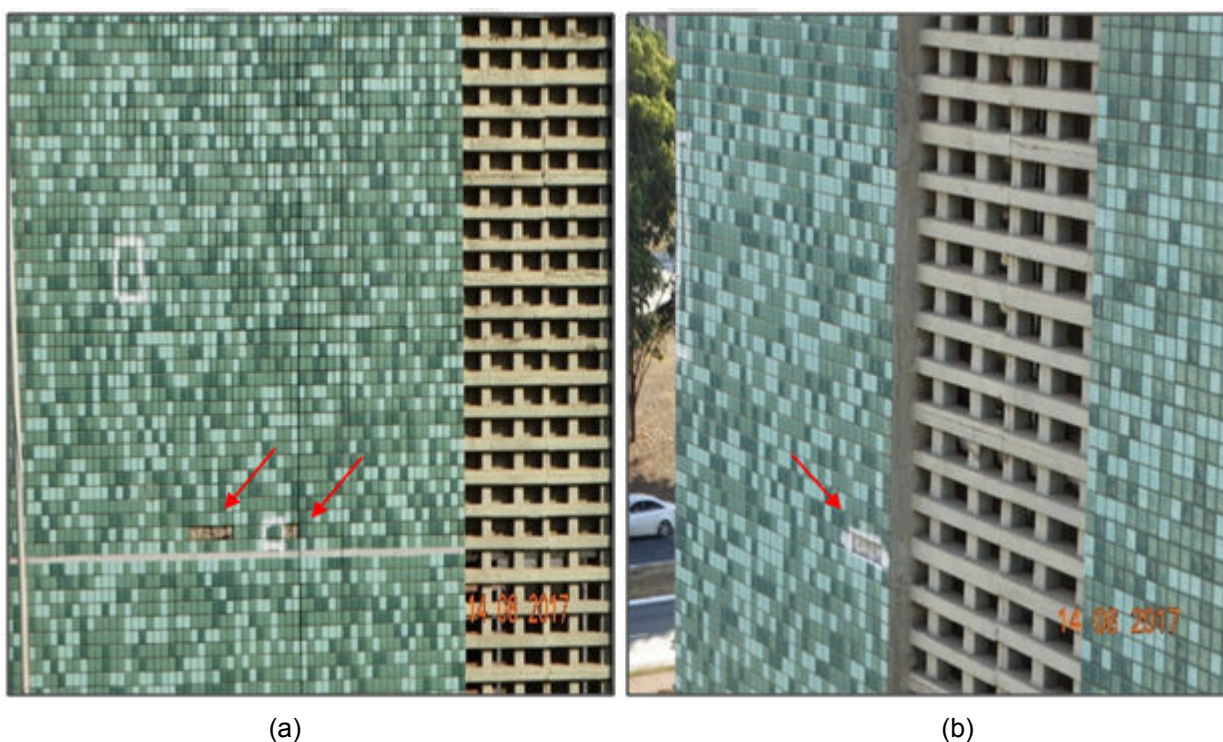
5.1. Manifestações patológicas constatadas

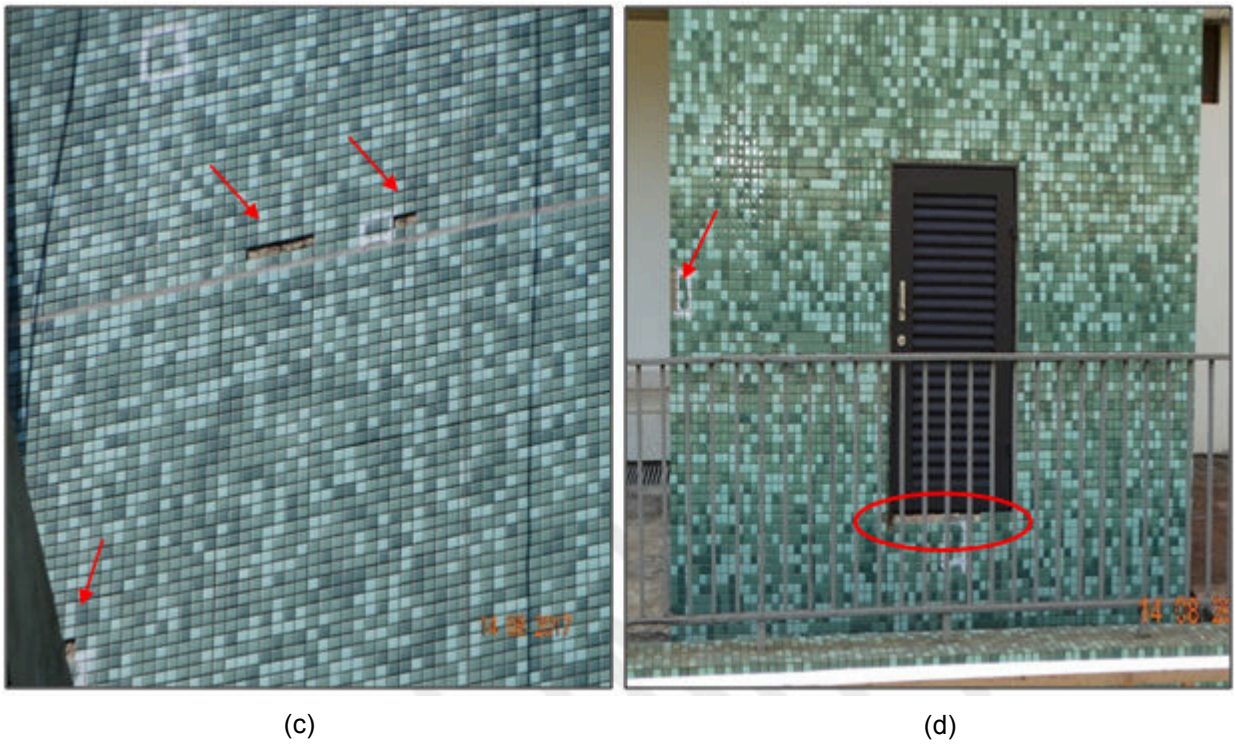
5.1.1. Deslocamento do revestimento cerâmico

A partir do ensaio de percussão, foi possível o mapeamento das áreas do revestimento externo cerâmico que se encontravam em processo de deslocamento, conforme Figuras 18 a 21.

De acordo com o exposto no subitem 3.8.1.2., esta é a manifestação patológica de maior risco para os usuários e transeuntes, além de culminar na perda das funções do revestimento cerâmico.

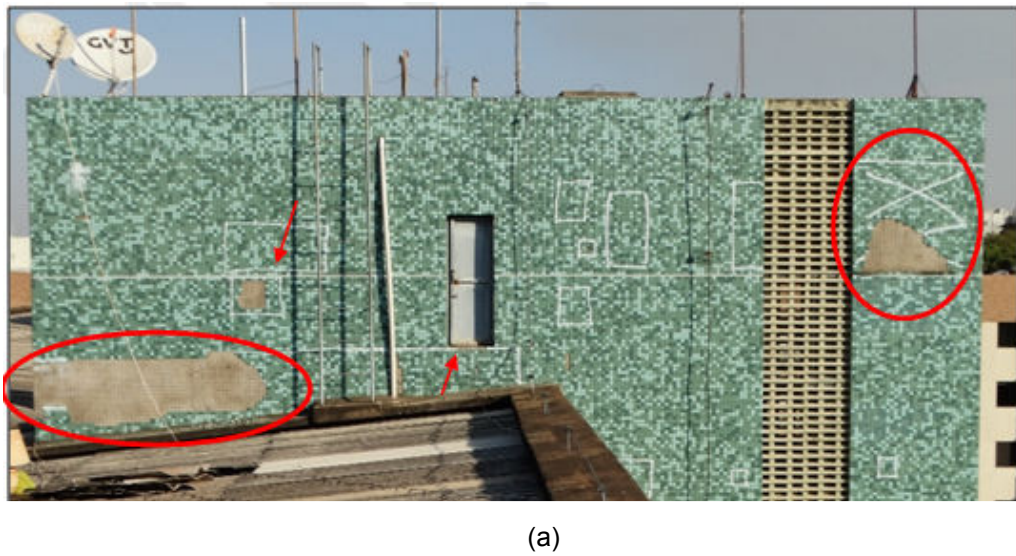
Figura 18 – Deslocamento do revestimento cerâmico da fachada da caixa de escadas da entrada 1 e 2 (a), (b), (c) e (d).

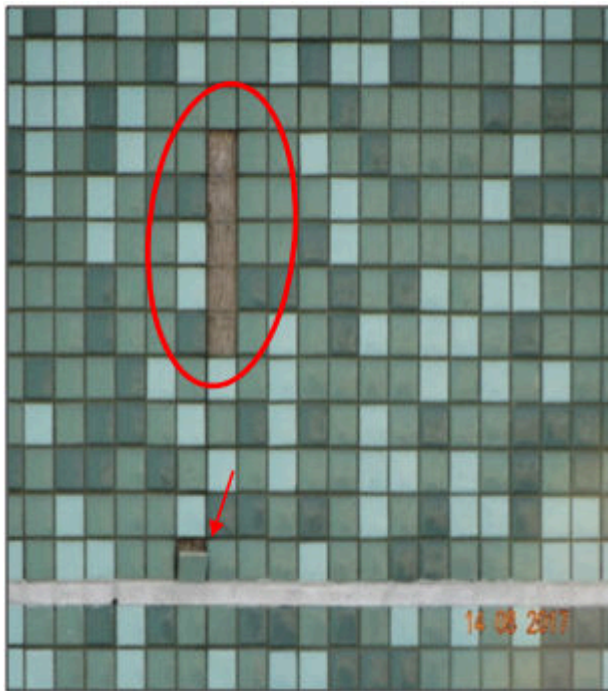




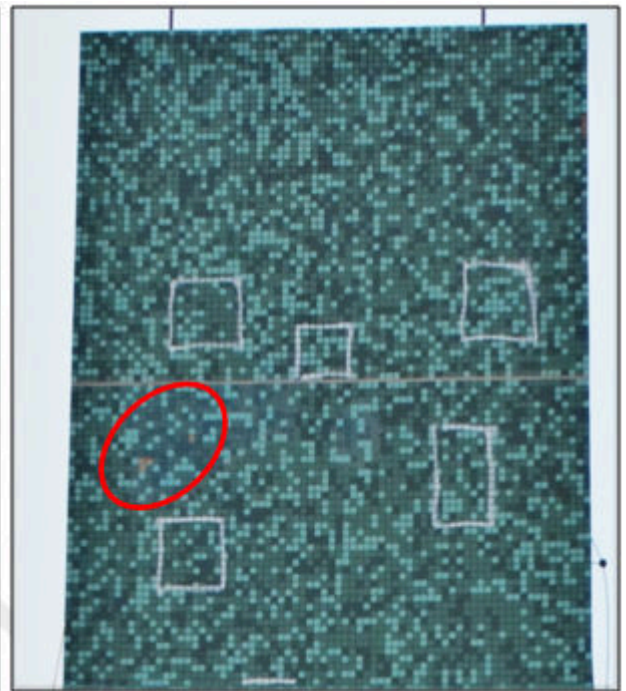
FONTE: Arquivo Pessoal.

Figura 19 – Deslocamento do revestimento cerâmico da fachada da caixa de escadas da entrada 3 e 4: (a), (b) e (c).





(b)



(c)

FONTE: Arquivo Pessoal.

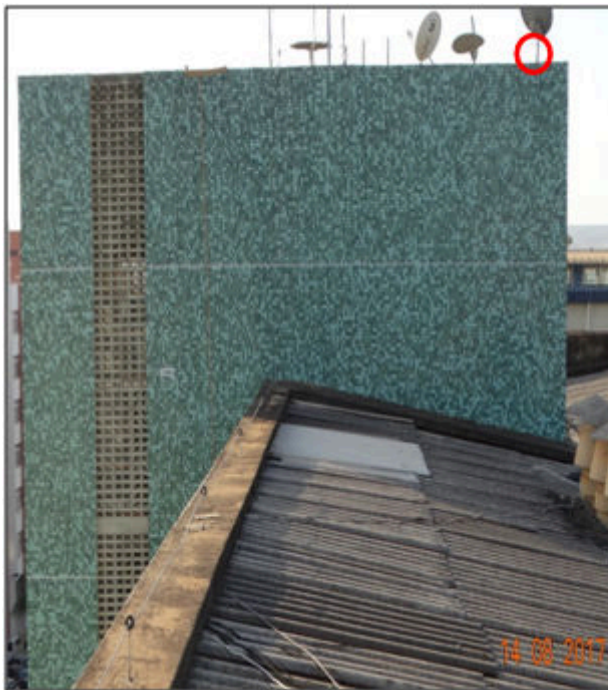
Figura 20 – Deslocamento do revestimento cerâmico da fachada da caixa de escadas da entrada 5 e 6: (a), (b), (c) e (d).



(a)



(b)



(c)



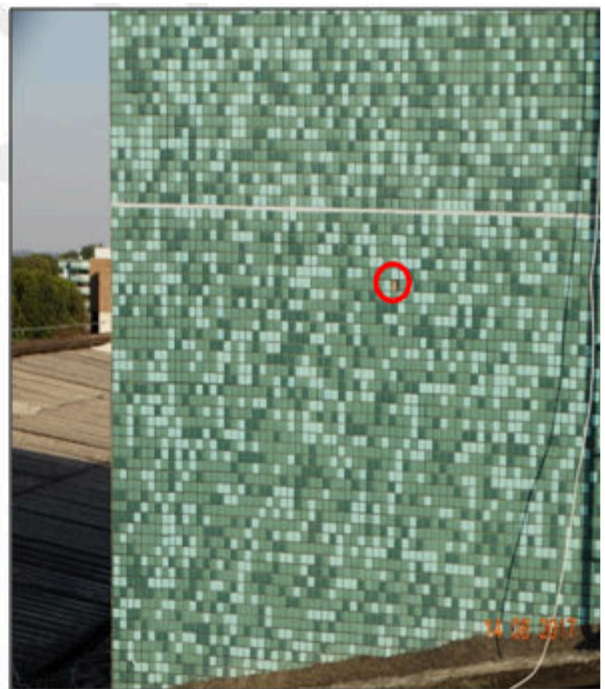
(d)

FONTE: Arquivo Pessoal.

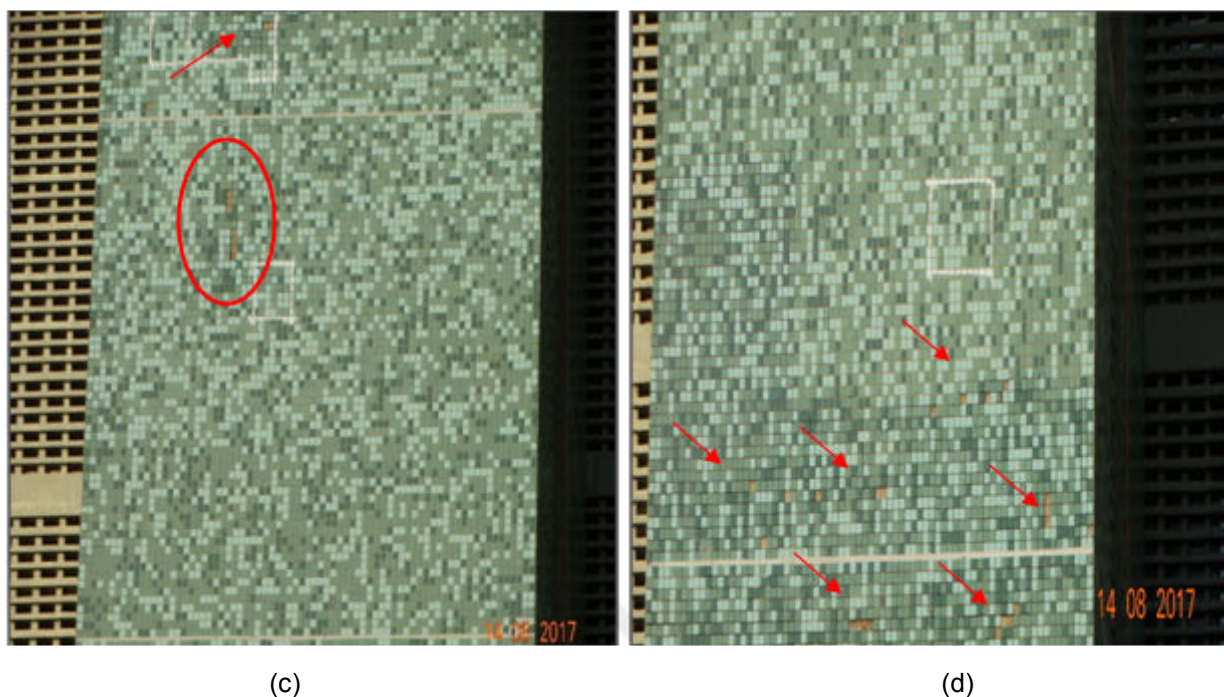
Figura 21 – Deslocamento do revestimento cerâmico da caixa de escadas da entrada 7 e 8 (a), (b), (c) e (d).



(a)



(b)



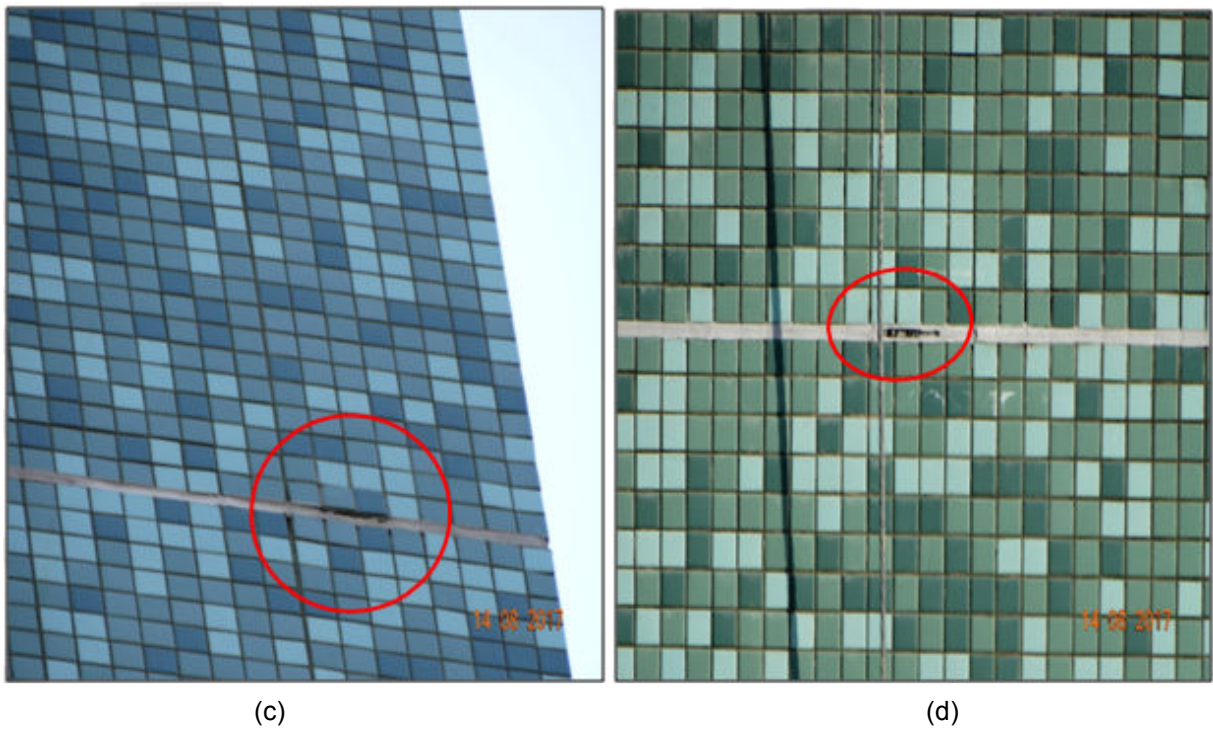
FONTE: Arquivo Pessoal.

O ensaio de termografia não proporcionou resultados concretos, pois foi realizado com equipamento de baixa precisão. Dessa forma, este foi desconsiderado para avaliação da manifestação patológica de deslocamento.

5.1.2. Falhas nas juntas de movimentação e rejuntamento da fachada

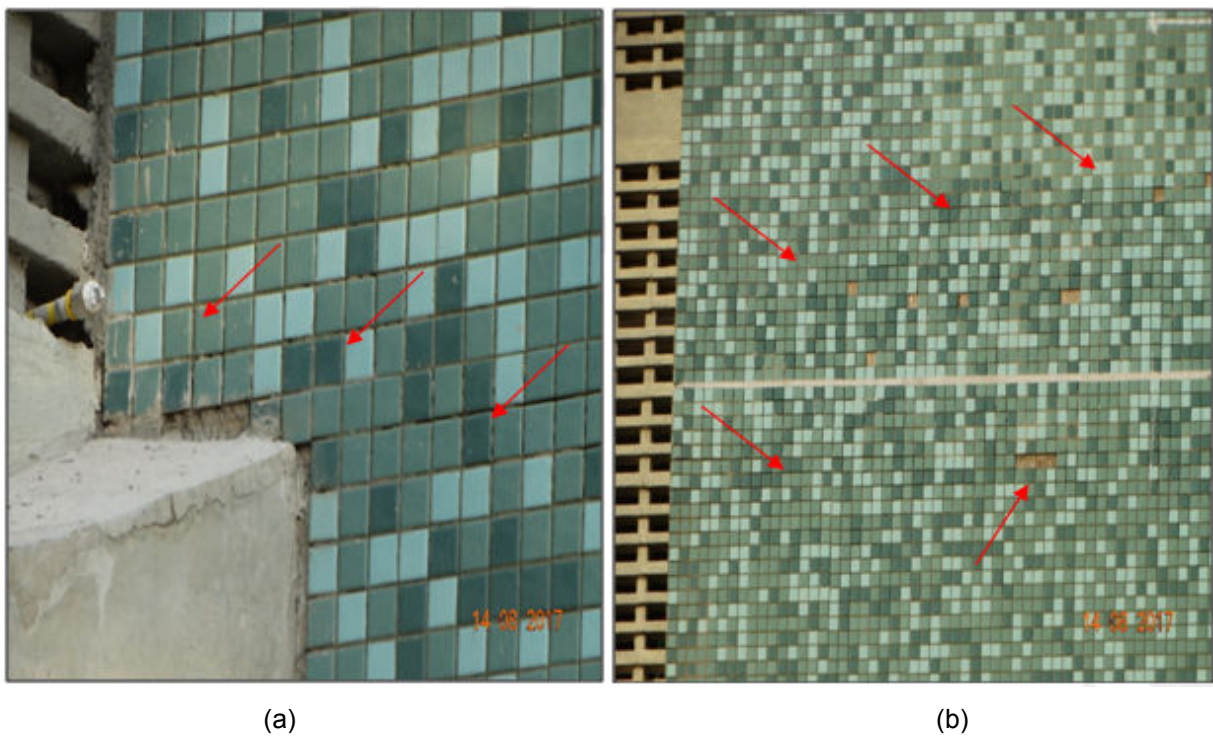
Durante a etapa de análise visual, realizada com o uso de binóculos, verificaram-se pontos em que o material selante utilizado na vedação das juntas de movimentação e dos rejuntos encontra-se desgastado. Com este desgaste, o selante passa a apresentar sinais de fissuração, ressecamento e manchas escuras, características da formação de bolor devido à umidade. As anomalias nas juntas e rejuntos podem ser visualizadas nas Figuras 22 e 23.

Figura 22 – Falhas nas juntas de movimentação: (a) caixa de escadas das entradas 1 e 2; (b) caixa de escadas das entradas 5 e 6.



FONTE: Arquivo Pessoal.

Figura 23 – Falhas no rejuntamento do revestimento cerâmico: caixa de escadas das entradas 7 e 8 (a) e (b).



FONTE: Arquivo Pessoal.

5.2. Diagnóstico e origens das manifestações patológicas

As demarcações oriundas dos ensaios de percussão nas caixas de escadas, empenas, entrada e saída da garagem indicam que o deslocamento do revestimento cerâmico ocorreu em áreas aleatórias, não contínuas, ou seja, o percentual de pontos com som cavo/oco, em relação à área total de extensão da fachada, é baixo.

Em muitos casos, o deslocamento pontual origina-se pela falta de procedimentos executivos adequados, ou pela má execução destes, uso de materiais inapropriados quando da aplicação do acabamento cerâmico ou da falta de manutenção preventiva do sistema construtivo. É o caso, por exemplo, de falha na execução ao se abrir um pano extenso de argamassa colante, não proporcionando a fixação adequada das placas cerâmicas.

A partir do ensaio de percussão, constatou-se um número maior de áreas com som cavo/oco nas fachadas das caixas de escadas, locais de maior temperatura, devido à incidência solar constante no período vespertino.

A deterioração das juntas de movimentação e do rejuntamento do revestimento externo ficou evidente nas imagens registradas durante a inspeção técnica realizada. A falta de manutenção corretiva durante os anos, somada às falhas constatadas nas juntas, comprometeram o sistema de revestimento cerâmico da fachada, de modo a incapacitar as cerâmicas de absorver as tensões naturais de movimentação da base. Tais movimentações podem ser de origem térmica, de acomodação ou deformação do substrato.

Conforme exposto no subitem 3.6.1., a argamassa de rejuntamento é um elemento do sistema de revestimento cerâmico, que tem a função de impermeabilizá-lo. Dessa forma, pode-se aferir que as falhas verificadas no rejunte podem ter ocasionado infiltração de água em alguns pontos do revestimento em questão, causando o deslocamento do revestimento da fachada.

6. CONCLUSÕES

Os trabalhos de inspeção predial, acompanhados do ensaio de percussão, indicaram que o revestimento cerâmico de fachada da edificação em estudo apresenta as manifestações patológicas de descolamento e deslocamento.

Conforme evidenciado, as anomalias atingiram áreas pontuais das fachadas. Pressupõe-se, assim, que o processo executivo foi falho quando do assentamento das placas cerâmicas, possivelmente pela abertura de um pano demasiado extenso de argamassa colante, dificultando a aderência daquelas ao substrato.

A falta de manutenção preventiva é outro fator que contribuiu para o surgimento das manifestações patológicas. Ao se constatar, com o auxílio da inspeção visual, que as juntas de movimentação e rejuntamento encontravam-se em processo de deterioração, deveria ter sido realizada manutenção de modo a evitar que se tornassem fatores do descolamento e deslocamento das pastilhas cerâmicas.

Em conclusão, recomenda-se realizar manutenção corretiva de imediato, tendo em vista tratar-se de manifestações patológicas que oferecem riscos críticos aos usuários da edificação e transeuntes. No caso de manutenção corretiva pontual, sugere-se a remoção das pastilhas cerâmicas que apresentaram desempenho comprometido e a recolocação de novas cerâmicas, com o uso de argamassa e rejuntas adequados.

Além das substituições pontuais, as juntas de movimentação e o rejunte também deverão passar por correções, pois exercem funções essenciais de vedação e alívio de tensões, por meio de movimentações da base e revestimento.

A realização de uma manutenção preventiva dos elementos do revestimento externo a cada três anos, incluindo a lavagem, verificação da integridade do sistema e a solicitação de novas inspeções e recuperações, quando necessárias, também são recomendadas.

6.1. Sugestões para pesquisas futuras

Com a conclusão deste trabalho e buscando aprofundar os estudos relacionados às manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachadas, sugere-se para pesquisas os seguintes temas:

- Realização de pesquisa complementar com execução de ensaio de resistência de aderência à tração, na edificação objeto deste trabalho, visando verificar se o substrato atende aos padrões de resistência exigidos na NBR 13.528/2010;
- Avaliação do processo construtivo do revestimento cerâmico de fachada nas edificações em Brasília/DF, tendo em vista as intempéries locais;
- Metodologia de avaliação de fatores para definição de solução de recuperação parcial ou total de fachadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 5674 – Manutenção de edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1999.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 7200 – Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 13.529 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. Rio de Janeiro, 1995.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 13.749 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação**. Rio de Janeiro, 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 13.754 – Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 13.755 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 13.816 – Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 13.817 – Placas cerâmicas para revestimento – Classificação**. Rio de Janeiro, 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 13.818 – Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 14.081 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Especificação**. Rio de Janeiro, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 14.992 – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 15.575-2 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais**. Rio de Janeiro, 2008.

Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER). **Vantagens**. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/vantagens>>. Acesso em: 2 de out. 2017.

ANTUNES, G. R. (2010). **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachadas em Brasília – Sistematização da incidência de casos**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília (Unb). Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Brasília – DF.

BAUER, R. J. F. Falhas em revestimentos. In: BAUER, L. A. F. (Coord.). **Materiais de construção 2**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. P. 887-930.

BRAGA, C. C. (2010). **Manifestações patológicas em conjuntos habitacionais: A degradação das fachadas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Católica de Pernambuco. Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão – PROESPE. Departamento de Engenharia. Recife – PE.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. (2001). **Metodologia de Diagnóstico, Recuperação e Prevenção de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada**. Boletim Técnico da Escola Politécnica de São Paulo. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00301.pdf>. Acesso em: 23 de set. 2017.

CARASEK, H. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, IBRACON, 2007.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. (2004) – **Revestimento cerâmico em fachadas – Estudo das causas das patologias**. Relatório da Pesquisa. Fortaleza – CE. Disponível em: <<http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/132/anexo/03pespat.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2017.

DIOGO, G. M. Q. (2007). **Análise e Proposta de Melhorias no Processo de Produção dos Revestimentos de Argamassa de Fachadas de Edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) – EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo – SP.

ERDLY, J. L., SCHWARTZ, T. A., 2004. **Building facade maintance, repair and inspection**. Pennsylvania, US. Disponível em: <https://www.astm.org/DIGITAL_LIBRARY/STP/SOURCE_PAGES/STP1444.htm>. Acesso em: 21 de set. 2017.

GEHBAUER, F.; EGGENSBERGER, M.; ALBERTI, M. E.; NEWTON, S. A. (2002). **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha**. Curitiba: Editora CEFET-PR.

GENERAL REAL, Prof. **Notas de aula da disciplina Tecnologia das Construções**. Curso de Engenharia de Fortificação e Construção do Instituto Militar de Engenharia – IME, 2006.

IBAPE-Nacional. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – **Norma de Inspeção Predial**, 2012.

JUNGINGER, M. (2003). **Rejuntamento de Revestimentos Cerâmicos: Influência das Juntas de Assentamento na Estabilidade de Painéis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) – EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo – SP.

JUNGINGER, M.; MEDEIROS, J. S. (2002). **Ação da eflorescência de carbonato de cálcio sobre o vidro de placas cerâmicas**. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. Foz do Iguaçu – PR. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_1181_1190.pdf>. Acesso em: 3 out. 2017.

LUZ, M. A. (2004). **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de Balneário Camboriú**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC.

MEDEIROS, J. S., SABBATINI, F. H., 1999. **Tecnologia e Projeto de Revestimento Cerâmicos de Fachadas de Edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) – EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção Civil: BT/PCC/246. São Paulo. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00246.pdf>. Acesso em: 22 de set. 2017.

MENDONÇA, A. M. G. D.; CARTAXO, J. M.; MENEZES, R. R.; SANTANA, L. N. L.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. (2012). **Expansão por umidade de revestimentos cerâmicos incorporados com resíduos de granito e caulim**. Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande – PB; Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v58n346/v58n346a12.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2017.

MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. (2006). **Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção – revisão**. Universidade Federal de São Carlos – SP; Departamento de Educação, Universidade Rural de Pernambuco. Recife – PE; Departamento de Engenharia de Materiais, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande – PB. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/ce/v52n321/05.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2017.

SOUZA, M. F. (2008). **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção. Belo Horizonte – MG.

UEMOTO, K. L. **Projeto, Execução e Inspeção de Pinturas**. São Paulo, O Nome da Rosa, 2002.